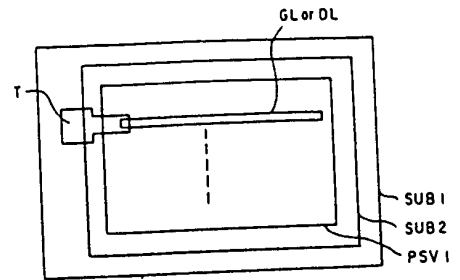


- (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE  
 (11) 3-58019 (A) (43) 13.3.1991 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-192606 (22) 27.7.1989  
 (71) HITACHI LTD (72) RYOJI ORITSUKI(4)  
 (51) Int. Cl. G02F1/133, G02F1/1343, G02F1/136

**PURPOSE:** To sufficiently lower the resistance of respective signal lines and to improve the characteristics of a liquid crystal element by using Al or Al alloy for a part of the scanning signal line and the video signal line and incorporating no Al into a terminal part.

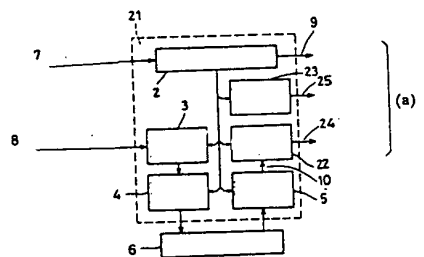
**CONSTITUTION:** The Al or Al alloy is used for at least a part of the scanning signal line GL or video signal line DL on the inner side of a protective film PSV1 and a part of the surface thereof is anodized. Electrolytic corrosion is generated if the Al is used in the terminal part T and Ta, Ti, ITO, Ta/ITO, Ti/ITO, Cr, Cr/ITO having high reliability are used for this part. The resistance is lowered by using the Al for the scanning signal line GL or video signal line in such a manner, by which the characteristics of the liquid crystal element are improved. Since the Al is not incorporated into the terminal part T, the reliability is improved.



- (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE  
 (11) 3-58020 (A) (43) 13.3.1991 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-195206 (22) 27.7.1989  
 (71) SHARP CORP (72) KAZUTOSHI HATANO  
 (51) Int. Cl. G02F1/133, G09G3/36

**PURPOSE:** To make a gradational display of  $\geq 8$  stages economically by dividing a horizontal display period into plural periods and converting gradation data into binary data.

**CONSTITUTION:** A binary data converting circuit 22 and a latch pulse generating circuit 23 are added to a conventional device to constitute the liquid crystal display device. The binary data converting circuit 22 reads color display data which is converted by a gradation data converting circuit 3 out of a frame buffer 6 and converts it into binary data according to a specific table to obtain eight stages of thinned-out gradations. The latch pulse generating circuit 23, on the other hand, generates latch pulses for setting one horizontal period into, for example, four equal sections. Then, when an X and a Y drive are operated for a period set with the latch pulses 25 according to a timing signal 9, a 32-gradation display is made with four stages of pulse width modulation and 8 stages of thinned-out gradations.



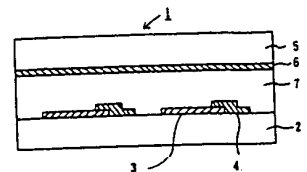
2: timing control circuit. 4: frame buffer write circuit  
 5: frame buffer read circuit. 7: timing signal. 8: color display data. 9: LCD display timing signal. 21: LCD controller  
 (a) to LCD panel

- (54) ACTIVE MATRIX LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND PROJECTION TYPE ACTIVE MATRIX LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

- (11) 3-58021 (A) (43) 13.3.1991 (19) JP  
 (21) Appl. No. 64-192759 (22) 27.7.1989  
 (71) ASahi GLASS CO LTD (72) YUKIO YOSHIKAWA(3)  
 (51) Int. Cl. G02F1/1333, G02F1/133, G09F9/00

**PURPOSE:** To eliminate the need for polarizing plates and to allow the display of a high luminance and high contrast by specifying the refractive index anisotropy of a nematic liquid crystal and satisfying a specific relation between the average grain size, inter-electrode spacing and the max. impressed voltage.

**CONSTITUTION:** A liquid crystal resin composite is packed between a substrate 2 and a counter electrode 6 and the refractive index anisotropy  $\Delta n$  of the nematic liquid crystal is specified to  $\geq 0.18$ . The following relation is satisfied when the average grain size of the liquid crystal is designated as  $R\mu m$ , the spacing between both electrodes as  $d\mu m$  and the max. effective impressed voltage to be impressed to the liquid crystal resin composite as  $V$ :  $0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7$ ,  $4R < d < 8R$ ,  $0.5R \cdot V < d < R \cdot V$ . Since the liquid crystal resin composite which can electrically control the scattering state and transmission state is used in such a manner, there is no need for the polarizing plates and the transmittance at the time of transmission is greatly improved and, therefore, the display of the high luminance and high contrast is executed.



1: liquid crystal display element. 3: picture element electrode  
 4: active element. 5: substrate. 7: liquid crystal resin composite

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-58021

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月13日

G 02 F 1/1333  
1/133

5 0 0  
5 5 0  
3 6 0

8806-2H  
8806-2H  
7709-2H  
6422-5C

G 09 F 9/00

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全12頁)

⑮ 発明の名称 アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置

⑯ 特 願 平1-192759

⑰ 出 願 平1(1989)7月27日

⑱ 発 明 者 吉 川 幸 雄 神奈川県川崎市幸区戸手3-5-16  
⑱ 発 明 者 平 井 良 典 神奈川県横浜市港南区日野8-19-12  
⑱ 発 明 者 志 堂 寺 栄 治 神奈川県横浜市港南区港南2-24-31  
⑱ 発 明 者 郡 島 友 紀 神奈川県横浜市旭区白根町2-15-10  
⑲ 出 願 人 旭硝子株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号  
⑳ 代 理 人 弁理士 梅村 繁郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置

2. 特許請求の範囲

(1) 画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持され、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされた液晶樹脂複合体を挟持してなるアクティブマトリクス液晶表示素子において、使用するネマチック液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上で、樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ ( $\mu m$ )、両電極間隙 $d$ ( $\mu m$ )、液晶樹脂複合体に印加される最大実効印加電圧 $V$ (V)が、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4R < d < 8R \quad (2)$$

$$0.5 R \cdot V < d < R \cdot V \quad (3)$$

の関係を満足することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子。

(2) 請求項1の液晶樹脂複合体に用いられる樹脂が、光硬化性ビニル系樹脂であり、液晶と該樹脂とを均一に溶解した溶液に照射し、樹脂を硬化させることにより得られる液晶樹脂複合体を使用することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子。

(3) 請求項1または請求項2のアクティブマトリクス液晶表示素子に、投射用光源と投射光学系とを組み合わせたことを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、画素電極毎に能動素子を配置したアクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置に関するものである。

〔従来の技術〕

液晶ディスプレイは、近年その低消費電力、低電圧駆動等の特長を生かしてパーソナルワードプロセッサ、ハンドヘルドコンピュータ、ポケットTV等に広く利用されている。中でも注目され、盛んに開発されているのが、画素電極毎に能動素子を配置したアクティブマトリクス液晶表示素子である。

このような液晶表示素子は当初は、DSM(動的散乱)型の液晶を用いた液晶表示素子も提案されていたが、DSM型では液晶中を流れる電流値が高いため、消費電流が大きいという欠点があり、現在ではTN(ツイストネマチック)型液晶を用いるものが主流となっており、ポケットTVとして市場に現われている。TN型液晶では、漏れ電流は極めて小さく、消費電力が少ないので、電池を電源とする用途には適している。

#### [発明の解決しようとする課題]

アクティブマトリクス液晶表示素子をDSモードで使用する場合には、液晶自身の漏れ電流

そこで、TNモードの課題を解決すべく、ネマチック液晶を樹脂マトリクス中に分散保持した液晶樹脂複合体を使用して、その散乱-透過特性を利用したモードが提案されている。

しかし、低電圧で十分な輝度、コントラスト比が得られないという問題点を有していた。

#### [問題点を解決するための手段]

本発明は、前述の課題を解決すべくなされたものであり、画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持され、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされた液晶樹脂複合体を挟持してなるアクティブマトリクス液晶表示素子において、使用するネマチック液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上で、樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ ( $\mu m$ )、両電極間隙 $d$ ( $\mu m$ )、液晶樹脂複合体に印加される最大実効印加電圧 $V$

が大きい。このため、各画素と並列に大きな蓄積容量を設けなくてはならず、かつ、液晶表示素子自体の消費電力が大きくなるという問題点を有していた。

TNモードにおいては、液晶自身の漏れ電流は極めて小さいので、大きな蓄積容量を付加する必要はないし、液晶表示素子自体の消費電力は小さくできる。

しかし、TNモードでは、2枚の偏光板を必要とするので、光の透過率が小さいという問題点を有している。特に、カラーフィルターを用いてカラー表示を行う場合には、入射する光の9%しか利用できないこととなり、強い光源を必要とし、そのため結果として消費電力を増加させてしまう。

また、画像の投影を行う際には極めて強い光源を必要とし、投影スクリーン上で高いコントラストが得られにくいことや、光源の発熱による液晶表示素子への影響という問題点を有している。

(V)が、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

$$4R < d < 8R \quad (2)$$

$$0.5R \cdot V < d < R \cdot V \quad (3)$$

の関係を満足することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子、及び、その液晶樹脂複合体に用いられる樹脂が、光硬化性ビニル系樹脂であり、液晶と該樹脂とを均一に溶解した溶液に光照射し、樹脂を硬化させることにより得られる液晶樹脂複合体を使用することの特徴とするアクティブマトリクス液晶表示素子、及び、それらのアクティブマトリクス液晶表示素子に、投射用光源と投射光学系とを組み合わせたことを特徴とする投射型アクティブマトリクス液晶表示装置を提供するものである。

本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子では、アクティブマトリクス基板と対向電極基板との間に挟持される液晶材料として、電氣的に散乱状態と透過状態とを制御しうる液晶樹脂複合体を用いているため、偏光板が不要であ

り、透過時の光の透過率を大幅に向上できる。このため、明るい表示が可能であり、特に投射型表示に用いた場合、明るくコントラストの良い投射型表示が得られる。

また、TN型液晶表示素子に必須の配向処理や発生する静電気による能動素子の破壊といった問題点も避けられるので、液晶表示素子の製造歩留りを大幅に向上させることができる。

さらに、この液晶樹脂複合体は、硬化後はフィルム状になっているので、基板の加圧による基板間短絡やスペーサの移動による能動素子の破壊といった問題点も生じにくい。

また、この液晶樹脂複合体は、比抵抗が従来のTNモードの場合と同等であり、DSモードのように大きな蓄積容量を画素電極毎に設けなくてもよく、能動素子の設計が容易で、かつ、液晶表示素子の消費電力を少なく保つことができる。従って、TNモードの従来の液晶表示素子の製造工程から、配向膜形成工程を除くだけで製造が可能になるので、生産が容易である。

基板との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶が樹脂マトリクス中に分散保持され、その樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされた透過・散乱型の液晶樹脂複合体を挟持した液晶表示素子を用いているため、明るく、高いコントラストが容易に得られるという特長を有している。

具体的には、本発明では、液晶表示素子として細かな孔の多数形成された樹脂マトリクスとその孔の部分に充填されたネマチック液晶とからなる液晶樹脂複合体をアクティブマトリクス基板と、対向電極基板との間に挟持し、その電極間への電圧の印加状態により、その液晶の屈折率が変化し、樹脂マトリクスの屈折率と液晶の屈折率との関係が変化し、両者の屈折率が一致した時には透過状態となり、屈折率が異なった時には散乱状態となるような液晶表示素子が使用できる。

この細かな孔の多数形成された樹脂マトリクスとその孔の部分に充填された液晶とからなる

液晶樹脂複合体の比抵抗としては、 $5 \times 10^8 \Omega \text{cm}$ 以上のものが好ましい。さらに、漏れ電流等による電圧降下を最小限にするために、 $10^{10} \Omega \text{cm}$ 以上がより好ましく、この場合には大きな蓄積容量を画素電極毎に付与する必要がない。

画素電極に設けられる能動素子としては、トランジスタ、ダイオード、非線形抵抗素子等があり、必要に応じて1つの画素に2以上の能動素子が配置されていてもよい。このような能動素子とこれに接続された画素電極とを設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極基板との間に上記液晶樹脂複合体を挟んで液晶表示素子とする。

投射用光源、投射光学系は従来から公知の投射用光源、レンズ等の投射光学系が使用でき、通常は上記液晶表示素子を投射用光源と投射レンズとの間に配置して用いればよい。

これにより、本発明では、液晶表示素子として、画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板と、対向電極を設けた対向電極

液晶樹脂複合体は、マイクロカプセルのような液泡内に液晶が封じ込められたような構造であるが、個々のマイクロカプセルが完全に独立していなくてもよく、多孔質体のように個々の液晶の液泡が細隙を介して連通していてもよい。

本発明の液晶表示素子に用いる液晶樹脂複合体は、ネマチック液晶と、樹脂マトリクスを構成する材料とを混ぜ合わせて溶液状またはラテックス状にしておいて、これを光硬化、熱硬化、溶媒除去による硬化、反応硬化等させて樹脂マトリクスを分離し、樹脂マトリクス中にネマチック液晶が分散した状態をとるようにすればよい。

使用する樹脂を、光硬化または熱硬化タイプにすることにより、密閉系内で硬化できるため好ましい。

特に、光硬化タイプの樹脂を用いることにより、熱による影響を受けなく、短時間で硬化させることができ好ましい。

具体的な製法としては、従来の通常のネマチ

ック液晶と同様にシール材を用いてセルを形成し、注入口から未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物を注入し、注入口を封止して後、光照射をするか加熱して硬化させることもできる。

また、本発明の液晶表示素子の場合には、シール材を用いなく、例えば、対向電極としての透明電極を設けた基板上に未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物を供給し、その後、画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス基板を重ねて、光照射等により硬化させることもできる。

もちろん、その後、周辺にシール材を塗布して周辺をシールしてもよい。この製法によれば、単に未硬化のネマチック液晶と樹脂マトリクスとの混合物をロールコート、スピンコート、印刷、ディスペンサーによる塗布等の供給をすればよいので、注入工程が簡便であり、生産性が極めてよい。

また、これらの未硬化のネマチック液晶と樹

なお、この液晶樹脂複合体を使用した液晶表示素子の透過状態での透過率は高いほどよく、散乱状態でのヘイズ値は80%以上であることが好ましい。

本発明では、電圧を印加している状態で、樹脂マトリクス（硬化後の）の屈折率が、使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )と一致するようにされる。

これにより、樹脂マトリクスの屈折率と液晶の屈折率とが一致した時に光が透過し、一致しない時に光が散乱（白濁）することになる。この素子の散乱性は、従来のDSモードの液晶表示素子の場合よりも高く、高いコントラスト比の表示が得られる。

本発明の目的は、この液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子の最適な構成を提供することにある。

即ち、透過時に高い透過率を有し、散乱時に高い散乱性（遮光性）を有するコントラスト比の大きなアクティブマトリクス液晶表示素子を

脂マトリクスとの混合物には、基板間隙制御用のセラミック粒子、プラスチック粒子、ガラス繊維等のスペーサー、顔料、色素、粘度調整剤、その他本発明の性能に悪影響を与えない添加剤を添加してもよい。

この素子に、この硬化工程の際に特定の部分のみに十分高い電圧を印加した状態で硬化させることにより、その部分を常に光透過状態にすることができるので、固定表示したいものがある場合には、そのような常透過部分を形成してもよい。

このような本発明の液晶樹脂複合体を使用した液晶表示素子の応答時間は、電圧印加の立ち上がりが3~50ms程度、電圧除去の立ち下がり10~80ms程度であり、従来のTNモードの液晶表示素子よりも速い。

また、その電圧-透過率の電気光学特性は、従来のTNモードの液晶表示素子よりも比較的なだらかであり、階調表示のための駆動も容易である。

提供するものである。

上記液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子の電気光学特性を決める要因としては、使用する液晶の屈折率（常光屈折率 $n_o$ 、異常光屈折率 $n_e$ ）、比誘電率（ $\epsilon_{//}$ 、 $\epsilon_{\perp}$ 、//及び $\perp$ は夫々液晶分子軸に平行、垂直を示す）、粘性、弾性定数、並びに使用する樹脂の屈折率 $n_p$ 、比誘電率 $\epsilon_p$ 、弾性率、並びに樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ 、体積分布率 $\phi$ 、両電極基板間隙（液晶樹脂複合体の厚み） $d$ 、能動素子により画素部分の液晶樹脂複合体に印加される最大実効印加電圧 $V$ 等が挙げられる。ここで液晶平均粒子径 $R$ とは、液晶がほぼ球状の液泡を形成している場合にはその直径をあらわし、液晶が多孔質の連通構造を持つ場合には液晶のディレクターが互いに相関を持つ領域の直径を意味する。

本発明の液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子の電気光学特性としては、無電界時に高い散乱性を有し、かつ、電界

印加時に高い透過性を有すること、即ち、高い表示コントラスト比を持つことが望まれる。このような液晶表示素子を用いて、投射型の表示を行った場合、高輝度かつ高コントラスト比の表示を得ることができる。

このような表示を得るためには、上記の要因が最適な関係を持つことが必要である。

これらの要因の中でアクティブマトリクス液晶表示素子の電気光学特性を決定する特に重要な要因は、使用する液晶の屈折率（屈折率異方性 $\Delta n$ ＝異常光屈折率 $n_e$ －常光屈折率 $n_o$ ）、液晶の平均粒子径 $R$ 、両電極基板間隙 $d$ であり、これらを適宜に印加される最大の実効印加電圧で最適化する。

使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ （ $=n_e-n_o$ ）は、無電界時における散乱性に寄与し、高い散乱性を得るには、ある程度以上大きいことが好ましく、具体的には $\Delta n > 0.18$ が好ましい条件である。また、使用する液晶の常光屈折率 $n_o$ は樹脂マトリクスの屈折率 $n_r$ とほぼ一致する

するという問題も生じる。逆に、平均粒子径 $R$ が(1)式の範囲よりも大きい場合、散乱性の波長依存性は小さいものの、全可視光線域にわたって散乱性が弱くなり、コントラスト比が低下し、透過時から散乱時への応答性が遅くなるという問題点も生じる。

電極基板間隙 $d$ も重要な要因である。 $d$ を大きくすると、無電界時の散乱性は向上する。しかし、 $d$ があまり大きすぎると、電界印加時の十分な透明性を達成するために高い電圧を必要とし、消費電力の増大や、従来のTN用の能動素子、駆動用ICが使用できないといった問題が生じてくる。また、 $d$ を小さくすると、低電圧で高い透明性が得られるが、無電界時の散乱性は減少していく。このため、無電界時の散乱性と電界印加時の高透明性を両立させるためには、 $d$ （ $\mu m$ ）が、

$$4R < d < 8R \quad (2)$$

を満足し、かつ、液晶樹脂複合体に印加される最大実効印加電圧 $V$ （V）が

ことが好ましく、この時電界印加時に高い透明性が得られる。具体的には $n_o - 0.03 < n_e < n_o + 0.05$ の関係を満たすことが好ましい。

樹脂マトリクス中に分散保持される液晶の平均粒子径 $R$ は非常に重要な要因であり、無電界時の散乱性、電界印加時の液晶の動作特性に寄与する。無電界時の散乱性は、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ 、光の波長 $\lambda$ 、液晶の平均粒子径 $R$ の関係により変化するが、 $\lambda$ が可視光線域において、単位動作液晶量あたりの散乱性が最大になるのは、平均粒子径 $R$ （ $\mu m$ ）が、

$$0.3 < R \cdot \Delta n < 0.7 \quad (1)$$

の関係を満たす時である。この範囲内においては、散乱性に波長依存性も少なく、全可視光線域にわたって強い散乱が得られるため、コントラスト比の高い表示が得られる。

平均粒子径 $R$ が(1)式の範囲よりも小さい場合、散乱性は短波長側の方が強いという波長依存性を持つようになり、また、液晶の動作により高い電界を必要とするため、消費電力が増大

$$0.5 R \cdot V < d < R \cdot V \quad (3)$$

の関係を満たす必要がある。この範囲内では、従来のTN用の能動素子、駆動用ICを用いて高いコントラスト比を有する表示が可能である。

(2)式の範囲内における $d$ の設定は、用いる液晶の比誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ （ $=\epsilon_{\perp} - \epsilon_{\parallel}$ ）、弾性定数との関係により、適宜に設定することが可能である。一般には、大きな $\Delta \epsilon$ （ $\Delta \epsilon > 10$ ）の液晶を用い、最大実効印加電圧で十分な透明性が得られるような範囲で、 $d$ を最大にすることが好ましい。

上記のように、電圧印加時に透明状態、無電界時に散乱状態となる液晶樹脂複合体を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子において、式(1)、(2)、(3)の条件を全て満足する液晶表示素子は、従来のTN用の能動素子や駆動用ICを用いて、高いコントラスト比を持つ明るい表示が可能である。具体的には、コントラスト比

100以上、電界印加時の透過率が70%以上の表

示が可能である。また、ダイナミックレンジが広いので、細かな中間調表示も可能な優れた素子が得られる。

また、無電界時の散乱性を向上させるには、液晶樹脂複合体の動作可能な液晶の体積分率 $\phi$ を増加させることが有効であり、 $\phi > 20\%$ が好ましく、より高い散乱性を有するには $\phi > 35\%$ が好ましい。一方 $\phi$ があまり大きくなると、液晶樹脂複合体の構造安定性が悪くなるため、 $\phi < 70\%$ が好ましい。

本発明の液晶表示素子は、電界が印加されていない場合は、配列していない液晶と、樹脂マトリクスの屈折率の違いにより、散乱状態（つまり白濁状態）を示す。このため、本発明のように投射型表示装置として用いる場合には、電極のない部分は光が散乱され、画素部分以外の部分に遮光膜を設けなくても、光が投射スクリーンに到達しないため、黒く見える。このことにより、画素電極以外の部分からの光の漏れを防止するために、画素電極以外の部分を遮光膜

フィルターは、基板の電極面側に設けてもよいし、外側に設けてもよい。

また、液晶樹脂複合体中に染料、顔料等を混入しておくことにより、カラー表示を行うようにしてもよい。

第1図は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子の断面図である。

第1図において、1は液晶表示素子、2はアクティブマトリクス基板用のガラス、プラスチック等の基板、3はITO ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ )、 $\text{SnO}_2$ 等の画素電極、4はトランジスタ、ダイオード、非線形抵抗素子等の能動素子、5は対向電極基板用のガラス、プラスチック等の基板、6はITO、 $\text{SnO}_2$ 等の対向電極、7は両基板間に挟持された液晶樹脂複合体を示している。

第2図は、第1図のアクティブマトリクス液晶表示素子を用いた投射型アクティブマトリクス液晶表示装置の模式図である。

第2図において、11は投射用光源、21は液晶表示素子、13はレンズ、アパーチャー等を含む

等で遮光する必要がないこととなり、遮光膜の形成工程が不要となるという利点も有する。

これに所望の画素に電界を印加する。この電界を印加された画素部分では、液晶が配列し、液晶の常光屈折率( $n_o$ )と樹脂マトリクスの屈折率( $n_s$ )とが一致することにより透過状態を示し、当該所望の画素で光が透過することとなり、投射スクリーンに明るく表示される。

この素子に、この硬化工程の際に特定の部分のみに充分に高い電圧を印加した状態で硬化させてやることにより、その部分を常に光透過状態とすることができるので、固定表示したいものがある場合には、そのような常透過部分を形成してもよい。

また、本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子は、カラーフィルターを設けることによりカラー表示を行うことができる。このカラーフィルターは、1個の液晶表示素子に3色設けてもよいし、1個の液晶表示素子に1色設けてもこれを3個組み合わせてもよい。このカラー

投射光学系、14は投射する投射スクリーンを示している。なお、投射光学系はこの例では、孔のあいた板であるアパーチャーやスポット15、集光レンズ16、投射レンズ17を含んでいる。

本発明の能動素子としてTFT（薄膜トランジスタ）等の3端子素子を使用する場合、対向電極基板は全画素共通のベタ電極を設ければよいが、MIM素子、PINダイオード等の2端子素子を用いる場合には、対向電極基板はストライプ状のパターニングをされる。

また、能動素子として、TFTを用いる場合には、半導体材料としてはシリコンが好適である。特に多結晶シリコンは、非結晶シリコンのように感光性がないため、光源からの光を遮光膜により遮光しなくても誤動作しなく、好ましい。この多結晶シリコンは、本発明のように投射型液晶表示装置として用いる場合、強い投射用光源を利用でき、明るい表示が得られる。

また、従来のTN型液晶表示素子の場合には、画素間からの光の漏れを抑止するために、

画素間に遮光膜を形成することが多く、このついでに能動素子部分にも同時遮光膜を形成することができ、能動素子部分に遮光膜を形成することは全体の工程にあまり影響を与えない。即ち、能動素子として多結晶シリコンを用いて、能動素子部分に遮光膜を形成しないことにしても、画素間に遮光膜を形成する必要があるれば、工程を減らすことはできない。

これに対して、本発明では、前述の如く、樹脂マトリクスの屈折率が使用する液晶の常光屈折率( $n_o$ )とほぼ一致するようにされた液晶樹脂複合体を使用しているため、電界を印加しない部分では光が散乱して投射された投射スクリーン上では黒くなるため、画素間に遮光膜を形成しなくてよい。このため、能動素子として多結晶シリコンを用いた場合、能動素子部分に遮光膜を形成しなくてもよいので、遮光膜を形成する工程をなくすことができ、工程を減らすことができ、生産性が向上する。

また、電極は通常は透明電極とされるが、反

スの屈折率はその液晶の常光屈折率( $n_o$ )と一致するような液晶であり、単独で用いても組成物を用いても良いが、動作温度範囲、動作電圧など種々の要求性能を満たすには組成物を用いた方が有利といえる。

また、液晶樹脂複合体に使用される液晶は、光硬化性樹脂を用いた場合には、光硬化性樹脂を均一に溶解することが好ましく、光露光後の硬化物は溶解しない、もしくは溶解困難なものとされ、組成物を用いる場合は、個々の液晶の溶解度ができるだけ近いものが望ましい。

液晶樹脂複合体を製造する場合、従来の通常の液晶表示素子のようにアクティブマトリクス基板と対向電極基板とを電極面が対向するように配置して、周辺をシール材でシールして、注入口から未硬化の液晶樹脂複合体用の混合液を注入して、注入口を封止してもよいし、基板上に硬化性化合物と液晶との混合物を供給し、対向する基板を重ね合わせるようにして製造してもよい。

射型の液晶表示装置として使用する場合には、クロム、アルミ等の反射電極としてもよい。

本発明の液晶表示素子及び液晶表示装置は、このほか赤外線カットフィルター、紫外線カットフィルター等を積層したり、文字、図形等を印刷したりしてもよいし、複数枚の液晶表示素子を用いたりするようにしてもよい。

さらに、本発明では、この液晶表示素子の外側にガラス板、プラスチック板等の保護板を積層してもよい。これにより、その表面を加圧しても、破損する危険性が低くなり、安全性が向上する。

本発明では、前述の液晶樹脂複合体を構成する未硬化の樹脂として光硬化性樹脂を用いる場合、光硬化ビニル系樹脂の使用が好ましい。具体的には、光硬化性アクリル系樹脂が例示され、特に、光照射によって重合硬化するアクリルオリゴマーを含有するものが好ましい。

本発明で使用される液晶は、正の誘電異方性を有するネマチック液晶であり、樹脂マトリク

本発明の液晶表示素子は、液晶中に2色性色素や単なる色素、顔料を添加したり、硬化性化合物として着色したものを使用したりしてもよい。

本発明では、液晶樹脂複合体として液晶を溶媒として使用し、光露光により光硬化性樹脂を硬化させることにより、硬化時に不要となる単なる溶媒や水を蒸発させる必要がない。このため、密閉系で硬化できるため、従来のセルへの注入という製造法がそのまま採用でき、信頼性が高く、かつ、光硬化性樹脂で2枚の基板を接着する効果も有するため、より信頼性が高くなる。

このように液晶樹脂複合体とすることにより、上下の透明電極が短絡する危険性が低く、かつ、通常のTN型の表示素子のように配向や基板間隙を厳密に制御する必要もなく、透過状態と散乱状態とを制御しうる液晶表示素子を極めて生産性良く製造できる。

この液晶表示素子は、基板がプラスチックや

薄いガラスの場合にはさらに保護のために、外側にプラスチックやガラス等の保護板を積層することが好ましい。

本発明の液晶表示装置は、駆動のために電圧を印加する時には、前述の式(3)の最大実効電圧以下、通常は前述の最大実効電圧が画素の電極間の液晶樹脂複合体に印加されるように駆動されればよい。

投射用光源、投射光学系、投射スクリーン等は従来からの投射用光源、投射光学系、投射スクリーンが使用でき、投射用光源と投射光学系との間に本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子を配置すればよい。もちろん、複数のアクティブマトリクス液晶表示素子の像を光学系を用いて合成して表示するようにしてもよい。また、これに冷却系を付加したり、LED等のチャンネル表示等を付加したりしてもよい。

特に、この投射型の表示をする場合、光路上に拡散光を減ずる装置、例えば、第2図の15で示されるようなアパーチャーやスポットを設置

直進しない光は、集光レンズ16により集光されても、アパーチャーやスポット15に開けられた孔を通過しない。このため、散乱光が投射されないことになり、コントラスト比が向上する。

また、他の例としては、アパーチャーやスポット15の代りに、小さな面積を有する鏡を同じ位置に斜めに配置し、反射させてその光軸上に配置された投射レンズを通して投射させることもできる。

また、このような集光レンズを用いることなく、投射レンズにより光線が絞られる位置にスポット、鏡等を設置してもよい。

投射スクリーン上に到達する直進成分と散乱成分との比は、スポット、鏡等の径及びレンズの焦点距離により制御可能で、所望の表示コントラスト、表示輝度を得られるように設定すれば良い。

第2図のような拡散光を減ずる装置を用いる場合、表示の輝度を上げるためには、投射用光源から液晶表示素子に入射される光はより平行

することがにより、表示コントラストを大きくすることができる。

即ち、拡散光を減ずる装置とは、液晶表示素子を通過した光の内、入射光に対して直進する光(画素部分が透過状態の部分を通ずる光)を取り出し、直進しない光(液晶樹脂複合体が散乱状態の部分で散乱される光)を減ずるものであればよい。特に、直進する光は減ずることなく、直進しない光は拡散光を減ずることが好ましい。

具体的な装置としては、第2図のように、液晶表示素子と投射光学系とで構成され、液晶表示素子12、集光レンズ16、孔のあいた板であるアパーチャーやスポット15、投射レンズ17を設けたものがある。この例によれば、投射用光源からでて液晶表示素子12を通過した光の内、入射光に対して直進する光は集光レンズ16により集光され、アパーチャーやスポット15に開けられた孔を通過して、投射レンズ17を通し投射される。一方、液晶表示素子12で散乱させられた

であることが好ましく、そのためには高輝度でかつできるだけ点光源に近い光源と、凹面鏡、コンデンサーレンズ等を組み合わせて投射用光源を構成することが好ましい。

#### 【作用】

本発明によれば、高いコントラスト比の表示が得られ、投射型表示で用いられた場合には、透過・散乱型の液晶表示素子が透過状態の部分では光が透過し、投射スクリーンは明るく表示され、散乱状態の部分では光が散乱され、投射スクリーンは暗く表示され、所望の高輝度、高コントラスト比の表示が得られる。

特に、本発明では、前記のような構成を有しているので、液晶樹脂複合体に印加される最大実効印加電圧Vを10V以下にすることができ、従来のTN型のアクティブマトリクス液晶表示素子に使用したような能動素子や駆動用ICが容易に使用できる。

#### 【実施例】

以下、実施例により、本発明を具体的に説明

する。

#### 実施例 1

ガラス基板（コーニング社製7059基板）上にクロムを60nm蒸着して、パターニングしてゲート電極とした。引き続きシリコンオキシナイトライド膜と非晶質シリコン膜をプラズマCVD装置で堆積した。これをレーザーを用いてアニールした後、パターニングして多結晶シリコンとした。これにリンドープ非晶質シリコン、クロムを夫々プラズマCVD、蒸着装置を用いて堆積し、多結晶シリコンを覆うようにパターニングして、第1層目のソース電極、ドレイン電極とした。さらに、ITOを蒸着した後、パターニングして画素電極を形成した。続いて、クロム、アルミを連続蒸着して、画素電極と第1層目のソース電極、ドレイン電極を接続するようにパターニングして、第2層目のソース電極、ドレイン電極とした。この後、再び、シリコンオキシナイトライド膜をプラズマCVD装置で堆積し保護膜とし、アクティブマトリクス

この作成した液晶表示素子の液晶樹脂複合体中の液晶の平均粒子径Rは約 $2.0\mu\text{m}$ 、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ は約0.24、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ は約15.6であった。

この素子を従来のTN型液晶表示素子用の駆動ICを用いて液晶樹脂複合体に印加される電圧が実効値で7Vとなるように駆動したところ、直線光線透過率が、7Vの電圧印加時に透過率約80%、0V時に透過率約0.5%であり、7V駆動でコントラスト比約160の表示が得られた。また、これをビデオ信号で駆動したところ、中間調のある残像のない動画表示が得られた。

この液晶表示素子用に、投射用光源と投射光学系とを組み合わせて投射型液晶表示装置とした。これを前記の場合と同様に液晶樹脂複合体に印加される電圧が実効値で7Vとなるように駆動使用したところ、投射スクリーン上に明るくコントラスト比の高い表示が得られた。

投射スクリーン上に投射された像のコントラ

基板を作成した。

全面にベタのITO電極を形成した同じガラス基板による対向電極基板と、前に製造したアクティブマトリクス基板とを電極面が対向するように配置して、内部に直径約 $11.0\mu\text{m}$ のスペーサーを散布して、その周辺を注入口部分を除き、エポキシ系のシール材でシールして、基板間隙 $11.0\mu\text{m}$ の空セルを製造した。

2-エチルヘキシルアクリレート 6部及びヒドロキシエチルアクリレート18部、アクリルオリゴマー（東亜合成化学（株）製「M-1200」、粘度300,000cps/50℃）14部、光硬化開始剤としてメルク社製「ダロキュア-1116」を0.4部と液晶としてBDH社製「E-6」を62部とを均一に溶解した。

この混合物を、上記方法により製造した空セルに注入口から注入し、注入口を封止した。

これに紫外線を30秒間照射して液晶樹脂複合体を硬化させ、アクティブマトリクス液晶表示素子を作成した。

スト比は、拡散光を減ずる装置を用いない時には約60であった。一方、拡散光を減ずる装置として、第2図のようにスポットを用いた時には約120であった。

また、ビデオ信号による駆動においては、50インチ以上の大画面の動画表示が可能であった。

#### 比較例 1

実施例1の液晶樹脂複合体の代りに、通常のネマチック液晶を注入し、TN型液晶表示素子とした投射型アクティブマトリクス液晶表示素子を製造した。

この液晶表示素子に実施例1の投射用光源と投射光学系とを組み合わせて用いて投射型液晶表示装置とし、実施例1と同様に駆動したところ、投射スクリーン上の表示輝度は、実施例1の場合の約1/3と暗く、コントラスト比は約20と低いものしか得られなかった。

実施例2～4、比較例2～4

実施例1とはほぼ同様にして、液晶の平均粒子

径R及び基板間隙dを変化させてアクティブマトリクス液晶表示素子を製造した。

その液晶表示素子の7Vの電圧印加時における透過率 $T_{vv}$ 、液晶表示素子自体の直線光線透過率によるコントラスト比 $CR_o$ 、及び、拡散光を減ずる装置として第2図のようなスポットを用いた時の投射スクリーンに投射時のコントラスト比 $CR_p$ を測定した。

その結果を第1表に示す。

第 1 表

例No	R $\mu m$	d $\mu m$	$T_{vv}$ %	コントラスト比	
				$CR_o$	$CR_p$
比較例2	1.0	11.0	25	70	50
比較例3	1.5	11.0	45	90	60
実施例1	2.0	11.0	80	160	120
比較例4	3.5	11.0	82	15	10
比較例5	2.0	5.0	83	10	7
比較例6	2.0	20.0	15	50	30
実施例2	1.5	8.0	82	140	100
実施例3	2.5	13.0	78	100	70

い投射型表示が得られる。また、光源も小型化できる。

また、偏光板を用いなくてもよいので、光学特性の波長依存性が少なく、光源の色補正等がほとんど不要になるという利点も有している。

また、TN型液晶表示素子に必須のラビング等の配向処理やそれに伴う静電気の発生による能動素子の破壊といった問題点も避けられるので、液晶表示素子の製造歩留りを大幅に向上させることができる。

さらに、この液晶樹脂複合体は、硬化後はフィルム状になっているので、基板の加圧による基板間短絡やスペーサーの移動による能動素子の破壊といった問題点も生じにくい。

また、この液晶樹脂複合体は、比抵抗が従来のTNモードの場合と同等であり、従来のDSモードのように大きな蓄積容量を画素電極毎に設けなくてもよく、能動素子の設計が容易で、有効画素電極面積の割合を大きくしやすく、かつ、液晶表示素子の消費電力を少なく保つこと

#### 実施例4

比較例3の液晶表示素子を駆動電圧を10Vで駆動したところ、 $T_{vv}$ は約77%となり、 $CR_o$ は約150、 $CR_p$ は約110になった。

#### 〔発明の効果〕

本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子では、アクティブマトリクス基板と対向電極基板との間に挟持される液晶材料として、電気的に散乱状態と透過状態とを制御しうる液晶樹脂複合体を挟持した液晶表示素子を用いているため、偏光板が不要であり、透過時の光の透過率を大幅に向上できる。

本発明の液晶表示素子は、電界が印加されない状態で高い散乱性を有し、能動素子により電界を印加した状態で高い透過性を有するものであり、従来のTN型液晶表示素子用の駆動用ICを用いた駆動においても、高コントラスト比を有し、かつ高輝度の表示が可能になる。

このため、本発明の液晶表示素子は特に投射型表示に有効であり、明るくコントラストの良

ができる。

さらに、TNモードの従来の液晶表示素子の製造工程から、配向膜形成工程を除くだけで製造が可能になるので、生産が容易である。

また、この液晶樹脂複合体を用いた液晶表示素子は、応答時間が短いという特長も有しており、動画の表示も容易なものである。さらに、この液晶表示素子の電気光学特性（電圧-透過率）は、TNモードの液晶表示素子に比して比較的なだらかな特性であるので、階調表示への適用も容易である。

また、本発明の液晶表示素子は、電界を印加しない部分では光が散乱されるため、画素以外の部分を遮光膜により遮光しなくても投射時に光の漏れがなく、隣接画素間の間隙を遮光する必要がない。このため、特に、能動素子として多結晶シリコンによる能動素子を用いることにより、能動素子部分に遮光膜無しで高輝度の投射用光源を用いることができ、高輝度の投射型液晶表示装置を容易に得ることができる。さら

にこの場合には遮光膜を全く設けなくてもよいことになり、さらに生産工程を簡便化することができる。

本発明は、この外、本発明の効果を損しない範囲内で種々の応用が可能である。

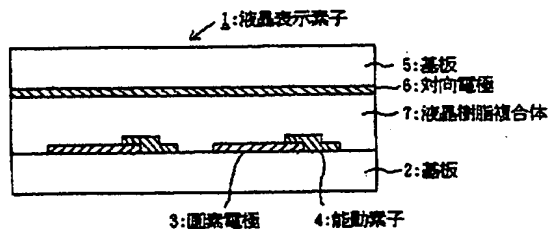
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子の基本的な構成を示す断面図である。

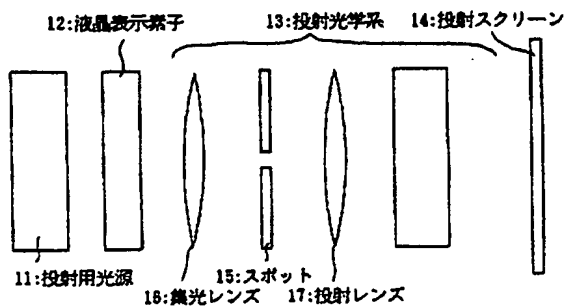
第2図は、本発明の投射型アクティブマトリクス液晶表示装置の基本的な構成を示す模式図である。

- 液晶表示素子 : 1、12
- 基板 : 2、5
- 画素電極 : 3
- 能動素子 : 4
- 対向電極 : 6
- 液晶樹脂複合体 : 7
- 投射用光源 : 11
- 投射光学系 : 13

第1図



第2図



- 投射スクリーン : 14
- スポット : 15
- 集光レンズ : 16
- 投射レンズ : 17

代理人 梶村繁郎



#### 手続補正書

平成 2 年 9 月 4 日

特許庁長官 殿

#### 1. 事件の表示

平成 1 年特許願第 192759 号

#### 2. 発明の名称

アクティブマトリクス液晶表示素子及び投射型アクティブマトリクス液晶表示装置

#### 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 2 号

名 称 (004) 旭硝子株式会社

#### 4. 代理人

〒 105

住 所 東京都港区虎ノ門一丁目 11 番 7 号

氏 名 弁理士 (8864) 梶 村 繁 郎 外 1 名



#### 5. 補正命令の日付

自発補正

#### 6. 補正により増加する請求項の数

なし

#### 7. 補正の対象

(1) 明細書の発明の詳細な説明の欄



8.補正の内容

(1)明細書の第24頁第 2行と第 3行との間に、以下の文章を加入する。

「本発明のアクティブマトリクス液晶表示素子を反射型で使用する場合には、透過型で使用する場合に比して、同じ電極基板間隔で高いコントラスト比を得ることができる。このため、透過型と同程度のコントラスト比を得ればよい場合には、本発明の範囲内で電極基板間隔をやや小さ目にすることができ、駆動電圧を低くすることができる。」

以 上